



Pemetaan zon kebolehtahanan kegagalan cerun di Pulau Pinang menggunakan Rangkaian Saraf Buatan (ANN)

Nuriah Abd Majid¹, Wan Mohd Muhiyuddin Wan Ibrahim¹

¹Pusat Pengajian Ilmu Kemanusiaan, Universiti Sains Malaysia

Correspondence: Nuriah Abd Majid (email: nurr3778@gmail.com)

Abstrak

Pemetaan zon kebolehtahanan kegagalan cerun merupakan isu yang hangat di Malaysia. Kajian ini adalah untuk membangunkan peta kebolehtahanan kegagalan cerun di Pulau Pinang menggunakan rangkaian saraf buatan (ANN) dengan integrasi Sistem Maklumat Geografi. Kegagalan cerun berlaku adalah disebabkan faktor ruangan dan faktor bukan ruangan. Kajian ini hanya mengambil kira faktor ruangan yang mempengaruhi kegagalan cerun. Pembangunan yang tidak terkawal menyumbang pada bencana ini. Oleh itu kajian ini adalah bertujuan untuk mengenalpasti faktor ruangan yang mempengaruhi kegagalan cerun. Hasil kajian ini adalah dalam bentuk pembangunan peta kebolehtahanan kegagalan cerun bagi mengenalpasti kawasan yang berpotensi mengalami kegagalan cerun. Lapisan-lapisan peta yang digunakan adalah seperti topografi (cerun, aspek, dan kelengkungan), jenis litologi, siri tanah, saluran, jalan raya, hujan, dan lineamen digunakan bagi membentuk pangkalan data ruangan dengan menggunakan GIS. Penghasilan peta zon kebolehtahanan kegagalan cerun adalah berdasarkan pada pemberat yang terdapat dalam ANN bagi menghasilkan peta zon kebolehtahanan kegagalan cerun yang mengklasifikasikan mudah kepada empat zon iaitu sangat rendah, rendah, sederhana, dan tinggi. Hasil daripada kajian ini menunjukkan bahawa GIS yang bersama-sama dengan model ANN adalah satu pendekatan yang fleksibel dan berkemampuan untuk mengenal pasti kawasan berpotensi berlaku kegagalan cerun.

Kata Kunci: GIS, kebolehtahanan, kegagalan cerun, litologi, pemetaan, rangkaian saraf buatan (ANN)

Sustainable zone mapping of slope failure in Penang using Artificial Nervous Network (ANN)

Abstract

Mapping sustainable slope failure zone is hot issue in Malaysia. This study is to develop a map sustainable slope failure in Penang using artificial neural networks (ANN) with the integration of Geographic Information Systems. Slope failure is due to factors space and non-space factor. This study is only taking into consideration the influence of slope failure column. Uncontrolled development contributed to this disaster. Therefore this study was to identify factors that influence landslide space. The study is in the form of development landslide sustainable map to identify areas of potential slope failure. Map layers are as topography (slope, aspect, and curvature), the type of lithology, soil series, drainage, roads, water, and lineament used to create a database using the GIS space. Production sustainable landslide zone map is based on the weights in the ANN to produce maps of slope failure zone sustainable easily classify into four zones, namely very low, low, medium, and high. Results from this study show that the GIS along with the ANN model is an approach that is flexible and is able to identify potential areas of slope failure.

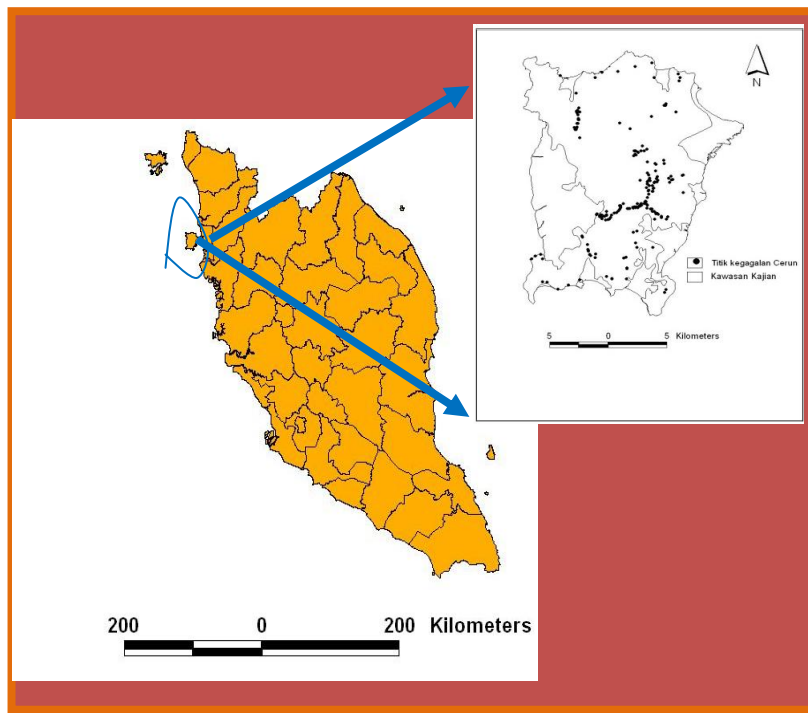
Keywords: GIS, sustainable, slope failure, lithology, mapping, artificial neural network (ANN)

Pengenalan

Pulau Pinang merupakan sebuah negeri berkembang pesat dengan permintaan yang tinggi bagi kawasan perumahan, pertanian, industri yang telah melebihi kapasiti guna tanah (Pradhan & Lee, 2010). Oleh yang demikian perkembangan ini telah dialihkan ke kawasan berbukit menyebabkan erosiviti tanah sekaligus meningkatkan ancaman banjir dan kegagalan cerun (Chan, 1998). Walau bagaimanapun kawasan berbukit merupakan kawasan sensitif alam sekitar (Ibrahim, 2005). Kegagalan cerun merupakan suatu ancaman bencana di Pulau Pinang (Abdul Basith et al, 2010), hal ini dapat ditunjukkan dengan pelbagai bencana kegagalan cerun yang berlaku pada September 1995, iaitu sebanyak 60 kejadian di Penang Hill. Teluk Bahang pula mengalami kejadian kegagalan cerun pada masa yang sama sebanyak 14 kejadian pada September 2008. Tiga kejadian kegagalan cerun berlaku di Jalan Tun Sardon. Menurut Jabatan Kerja Raya pada September 2008 kawasan Paya Terubong - Balik Pulau merupakan kawasan yang sering berlaku kejadian kegagalan cerun disebabkan geo-teknikal kawasan berkenaan (Abdul Basith et al, 2010). Kegagalan cerun bukan sahaja memberi kesan kepada kerosakan harta benda dan manusia, tetapi juga terhadap sosial ekonomi penduduk. Kegagalan cerun di Muzium Perang, Batu Maung pada 2009 berpunca daripada projek perumahan yang sedang rancak dibina di kawasan berdekatan, menyebabkan kerugian sebanyak 40 peratus kerana hasil jualan menurun dan di Bukit Bendera pada 2008 hujan lebat telah menyebabkan hakisan ini menyebabkan kerugian terhadap sektor pelancongan (Utusan Malaysia, 2009).

Kawasan kajian

Pulau Pinang terletak di Selat Melaka pada garis lintang latitud $5^{\circ} 8' \text{ U} - 5^{\circ} 35' \text{ U}$ dan longitud $100^{\circ} 8' \text{ B} - 100^{\circ} 32' \text{ B}$. Keluasan Pulau Pinang iaitu 1048 km persegi, yang merangkumi daerah Timur Laut 121 km persegi, Barat Daya seluas 176 km persegi, daerah Seberang Perai Utara seluas 269 km persegi, daerah Seberang Perai Selatan seluas 243 km persegi. Menurut Jabatan Perangkaan Malaysia pada 2009, jumlah penduduk di Pulau Pinang seramai 1.6 juta orang iaitu 5.7 peratus dari anggaran jumlah penduduk Malaysia. Kepadatan penduduk di Pulau Pinang seramai 1508 orang bagi setiap km persegi. Antara penduduk di Pulau Pinang terdiri daripada Melayu seramai 625,700 orang, Cina 659,900 orang dan India 157,500 orang. Topografi yang berbukit dan populasi penduduk yang semakin bertambah di Wilayah Utara. Pulau Pinang adalah antara kawasan perbandaran terawal di Malaysia yang pesat membangun. Georgetown merupakan ibu negeri Pulau Pinang terletak dalam jarak 6 km dari Butterworth. Hampir 50 peratus daripada Pulau Pinang adalah tanah tinggi. Populasi penduduk yang bertambah meningkatkan permintaan dan projek pembangunan bagi menampung keperluan penempatan penduduk.



Rajah 1.0. Peta lokasi kawasan kajian

Kegagalan cerun: tinjauan literatur

Kegagalan cerun merupakan suatu fenomena semula jadi yang sentiasa berlaku dalam proses meratakan bentuk muka bumi yang menyebabkan berlakunya perubahan pandang darat (Tjia, 1987). Menurut Ibrahim (1987), kegagalan cerun adalah semua tarikan graviti ke bawah semua butiran bahan bumi. Kegagalan cerun yang dilaporkan di media cetak dan media massa adalah akibat tindakan manusia yang keterlaluan dalam mengejar pembangunan tanpa mengambil kira aspek alam sekitar yang boleh memberikan pelbagai kesan buruk (Masrimie, 2005). Secara kesimpulannya kegagalan adalah gabungan faktor semulajadi dan faktor gangguan manusia. Terdapat pelbagai jenis kegagalan cerun yang berlaku di antaranya ialah aliran lumpur, gelinciran dan gelongsoran. Jenis kegagalan cerun yang lazim berlaku di Malaysia ialah jenis gelinciran dan juga gelongsoran tanah yang biasanya terjadi sekaligus dalam kadar yang sangat pantas (Ibrahim, 1987). Menurut Tjia (1987) kegagalan cerun terbahagi kepada lima jenis iaitu nendatan, gelongsor puing, gelongsoran batuan, turbisan puing dan jatuhnya batuan. Lazimnya kegagalan cerun yang berlaku disebabkan oleh faktor gangguan daripada manusia berbanding dengan kejadian kegagalan cerun semulajadi (Ibrahim, 1987). Kegagalan cerun kemungkinan akan berlaku dalam masa yang tertentu di kawasan berpotensi dengan magnitud yang memusnahkan (Guzzeti et al, 2006). Ibrahim (1987) menyatakan bahawa kegagalan cerun termasuk dalam bencana geologi selain daripada banjir, gempa bumi, kegiatan gunung berapi dan tsunami. Fenomena ini menyebabkan kerugian harta benda, kehilangan nyawa, mengganggu keselesaan awam serta meningkatkan kos penyelenggaraan infrastruktur.

Jadual 1.1 menunjukkan kajian literatur yang digunakan oleh pengkaji lepas dalam analisis kegagalan cerun. Terdapat pelbagai lokasi kawasan kegagalan cerun yang dijalankan dengan menggunakan metod ANN dan pembolehubah yang dianggap signifikan bagi menghasilkan model Kegagalan cerun di kawasan kajian mereka. Terdapat ramai pengkaji yang menggunakan keadah ANN untuk menghasilkan model yang baik. Hal ini kerana mereka berpendapat pemodelan menggunakan ANN

mampu menghasilkan dan meramal kawasan yang bakal berlakunya kegagalan cerun di masa akan datang. Pradhan et al (2010) adalah antara pengkaji menggunakan *Back Propagation* seperti di Selangor, Cameron Highland dan Pulau Pinang, Malaysia. Kajian yang menggunakan ANN dalam bidang lain juga banyak digunakan antaranya seperti dalam bidang perniagaan, 1988 dan 1995 dan Vellido, Lisboa, dan Vaughan (1999) untuk tempoh 1992-1998. Zhang dan Huang (1995) telah membuat tinjauan aplikasi ANN dalam pembuatan. Wong dan Selvi (1998) telah menggunakan aplikasi ANN dalam kajian kewangan dan Krycha dan Wagner (1999) telah menggunakan aplikasi rangkaian saraf dalam bidang pengurusan. Sebagai prestasi suatu teknik tertentu berbanding teknik lain bergantung pada pelbagai faktor seperti saiz sampel, andaian teknik dipenuhi, kaedah yang hasilnya diaktifkan, yang saiz yang digunakan untuk perbandingan dan mengenalpasti perbezaan yang signifikan ada di hasil pencarian, penyelidikan ini membuat usaha untuk secara kritis menilai hubungan dengan pelbagai kriteria. ANN lazimnya digunakan untuk proses peramalan dan manakala pengkelasan secara statistik merupakan keadah tradisional. Kedua keadah ini saling bersaing dalam membangunkan model.

Jadual . Tinjauan literatur pengkaji lepas yang menggunakan metod ANN

Pengkaji	metod ANN	pembolohubah										kawasan Kajian	software	catatan
		Jalan	DKC	geologi	geomorfologi	topografi	cerun	DEM	hujan	tanah	NDVI			
Pradhan & Lee 2010	Back propagation	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	Pulau Penang	logistik regrasi	frekuensi Ratio= 86.41%
	MLP												ANN, Matlab	logistik regrasi= 89.59%
														neural network= 83.55%
Poudyal et al 2010	Back Propagation		*	*	*	*	*	*	*	*	*	Nepal,Himalaya	Matlab,GIS,LSI	frekuensi Ratio= 82.21
														neural network= 78.25
Choi et al 2010	Back propagation		*	*	*	*	*	*	*	*	*	Janghung-Youngin	Matlab	81.36%
	MLP													
Pradhan et al 2010	Back propagation		*	*	*	*	*	*	*	*	*	Penang,	ANN,fuzzy logistik,	Cameron Higland 89.32%
	MLP											cameron Higland,	safety factor	Penang= 73.21%
												selangor	logistic regresion,MATLAB	
Chauhan et al 2010	ANN black Box		*	*	*	*	*	*	*	*	*	Uttarakhand,India	ANN,MLP,LSI	
Pradhan & Lee 2010	Back Propagation		*	*	*	*	*	*	*	*	*	Cameron Higland	ANN,ARCVIEW 3.2,	83% landslide
	ariel photographs												matlab 7.6	
Lin et al 2009	Back Propagation	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	Alishan, taiwan	ANN,Sensitiviti Index	
Vahidnia et al 2010	back Propagation		*	*	*	*	*	*	*	*	*	Alborz Mountain	ANN,GIS,LSM,FIS	LSM 90.5%
	MLP, Fuzzy													
Yilmaz 2009		*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	Koyulhisar,Turkey	GIS,ANN,MATLAB 7.0	
Pradhan 2011	ANN,Statistik													
	Back Propagation		*	*	*	*	*	*	*	*	*	Selangor	GIS,ANN, MATLAB	Susceptibility 92.5%
	MLP													5 training site, 82.92 %beza 10%
kawabata & bandibas	EBPNN		*	*	*	*	*	*	*	*	*	Honshu Island, Japa	ANN,GIS,ASTER SATELIT	
2009														
Prabu & Ramakrisnan	AHP,		*	*	*	*	*	*	*	*	*	Nigrris, Tamil Nadu	MATLAB,GIS,ANN	
2009	analytical hierarcy													
	process													
Rodriguez & Malpica	Back Propagation		*	*	*	*	*	*	*	*	*	El Salvador	LSI,ANN	Evaluation,slope, aspect,roughness
2010														rainfalls,litology, landuse
Pavel et al 2010					*	*	*	*	*	*	*	Southwestern Britis	LVQ,GIS,ANN	Topo 82.1,83.6 geomorphology
												Columbia (BC)		
Ermini et al 2005	MLP/ANN	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	Northern,Apennines	73 % MLP	slope anger,curvature,UP,
	Probabilistic													slope contributing arc
	neural Network													
Merchiorre et al 2008		*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	Lombardy Southern	ANN,GIS,Cluster analys	Typology
												Italy (Biemilla Valley)		

Metodologi kajian

Esri (2011) telah merumuskan bahawa GIS ialah satu sistem bagi dapatan, simpanan, kemas kini, penyatuan, manipulasi, analisis dan paparan data ruang yang merupakan rujukan kepada muka bumi. Secara umum, GIS dapat memproses data geografi bagi menghasilkan maklumat. Maklumat yang dihasilkan melalui GIS biasanya dalam bentuk peta (peta topografi atau peta tematik), model dan juga statistik. Menurut Foster dan Shand (1990) GIS boleh dirumuskan kepada empat subsistem iaitu sistem data, simpanan data, manipulasi dan analisis data. Paparan data dan komponen GIS pula merangkumi data, perkakasan, perisian, prosedur, aplikasi, sumber dan maklumat. GIS dapat memaparkan peta potensi kegagalan cerun dengan menggunakan pelbagai keadah dengan menggunakan platform GIS (Jordi, 2008).

Taburan kes kegagalan cerun berlaku di sesuatu lokasi yang boleh dipetakan bagi mendapatkan atribut dan lapisan peta. Data GIS terbahagi kepada data ruang (dalam bentuk rujukan geografi) dan data bukan ruang (sama ada dalam bentuk tulisan yang menerangkan ruang atau atribut (Ghazali, 1999). Data ruangan digunakan untuk mewakili rujukan ruangan atau geografi dalam satu lapisan peta untuk dianalisis dan dimodelkan (Heywood, 2002). Secara umumnya faktor-faktor yang mempengaruhi kegagalan cerun boleh dibahagikan kepada faktor ruangan dan bukan ruangan. Dalam kajian ini hanya faktor ruangan sahaja yang dipertimbangkan. Faktor bukan ruangan antara lain seperti masa berlakunya kegagalan cerun, jenis kegagalan cerun berlaku tidak diambil kira dalam kajian ini. Faktor yang mempengaruhi kegagalan cerun adalah pelbagai mengikut kawasan atau persekitaran. Sebagai contoh, di kawasan yang tidak mengalami sesmik aktif, faktor pencetus gempa bumi boleh dikatakan tidak relevan bagi kawasan kajian ini. Banyak penyelidikan telah dijalankan oleh para penyelidik terdahulu yang telah mengenal pasti faktor-faktor yang mempengaruhi kegagalan cerun serta kaitan di antara faktor ruangan dan kejadian kegagalan cerun di pelbagai kawasan serta metod yang di terima pakai dalam kajian tersebut (Ibrahim, 1987).



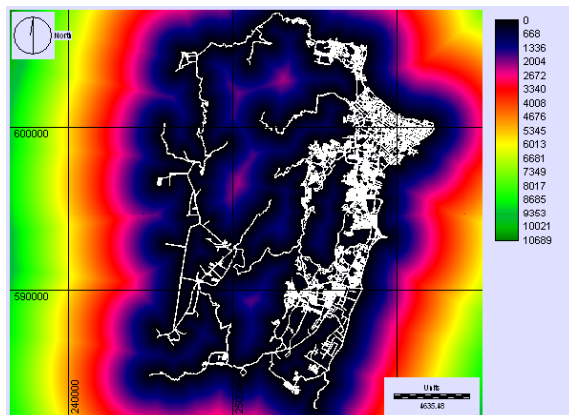


Rajah a) kedudukan cerun 45^0 berdekatan dengan Taman Terubong Jaya. **(b)** cerun yang curam berdekatan berhadapan dengan perumahan Bukit Saujana **(c)** Pembinaan perumahan semakin bertambah walaupun lokasi kawasan tanah runtuh di Paya Terubong **(d)** cerun runtuh jalan ke barat daya. **(e)** jalan hampir runtuh di kawasan jalan ke Batu Feringghi. **(f)** Pembinaan tangki di cerun

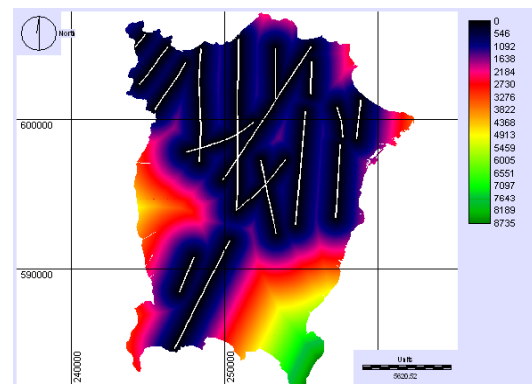
Koefesien korelasi ialah pengukuran statistik kovarian atau asosiasi antara dua variabel. Besarnya koefesien korelasi berkisar antara +1 s/d -1. Koefesien korelasi menunjukkan kekuatan hubungan linear dan arah hubungan dua variabel. Jika koefesien korelasi positif, maka kedua variabel mempunyai hubungan searah. Artinya jika nilai variabel X tinggi, maka nilai variabel Y akan tinggi pula. Sebaliknya, jika koefesien korelasi negatif, maka kedua variabel mempunyai hubungan terbalik. Artinya jika nilai variabel X tinggi, maka nilai variabel Y akan menjadi rendah (dan sebaliknya). Untuk memudahkan melakukan interpretasi mengenai kekuatan hubungan antara dua variabel penulis memberikan kriteria sebagai berikut (Sarwono (2006). Pengkorelasian yang dilakukan antara pembolehubah menunjukkan korelasi yang cukup baik dan semua pembolehubah dapat digunakan.

Pembolehubah	Korelasi
lineamen	0.45496
jalan	0.44049
siritanah	0.44
litologi	0.3318
kecerunan	0.24903
Model ketinggian berdigit (DEM)	0.22714
sungai	0.20724
hujan	0.06915
aspek	0.05535
kelengkungan	0.04884
gunatanah	0.00524

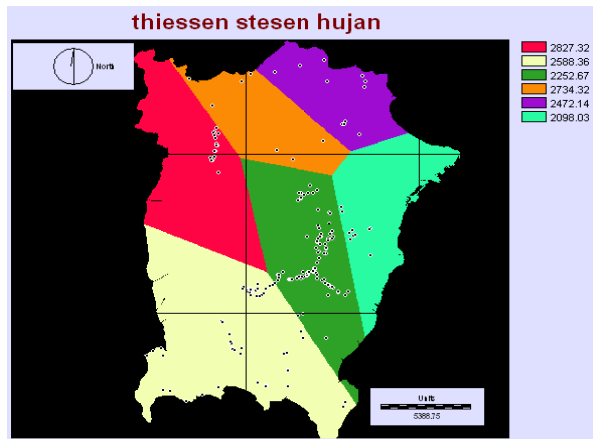
Rajah 2.0 menunjukkan pangkalan data bagi setiap lapisan peta dibangunkan untuk menghasilkan **Rajah (a), (b), (c), (d), (e), (f), (g), (h), (i), (k)** dengan menggunakan analisis jarak bagi jalan raya (a), sungai (b), dan lineamen (c). Analisis permukaan lengkungan(k), analisis cerun iaitu aspek(g) dan(i) menggunakan analisis topografi *Digital Evaluation Model*. Hujan (e) menggunakan analisis Thiessen dengan menggunakan purata hujan tahunan. Rajah (d), (f) dan (g) pula menggunakan analisis kepadatan. Kesemua faktor ruangan ini merupakan pembolehubah yang digunakan bagi menghasilkan peta zon kebolehrenan kegagalan cerun berdasarkan rekod sejarah kegagalan cerun.



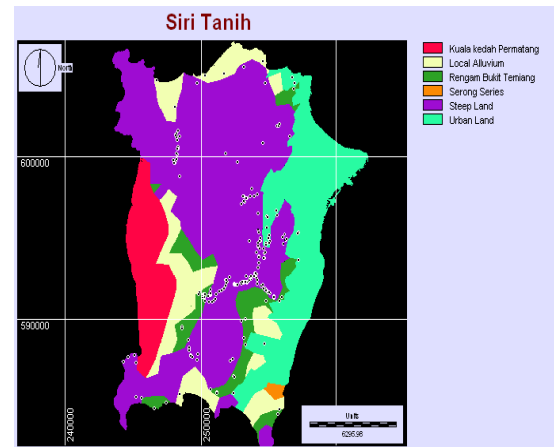
Rajah a. Peta Jarak dari Jalan Raya



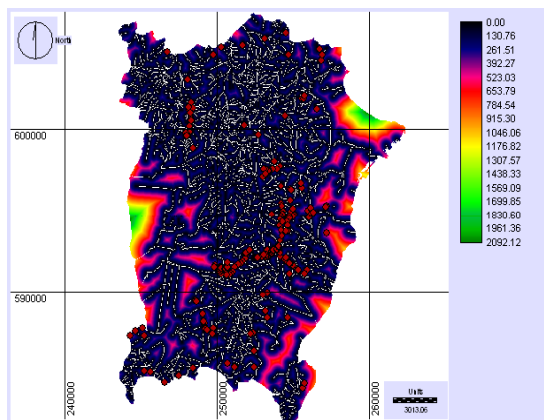
Rajah c. Peta Kegagalan Cerun Jarak dari sesar



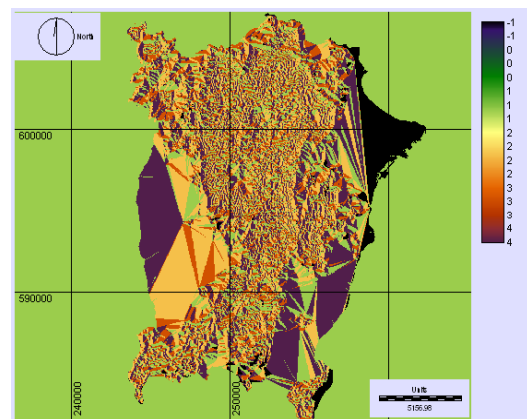
Rajah e. Peta purata hujan



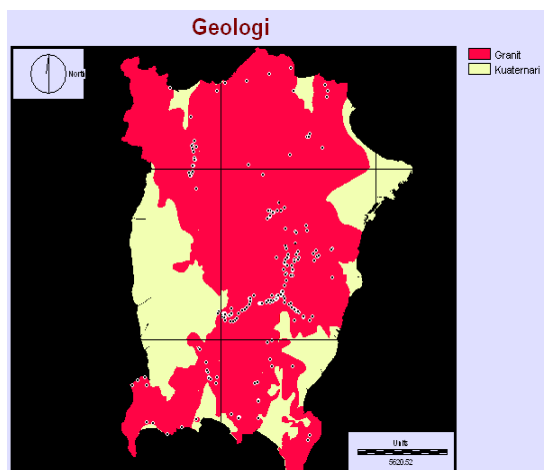
Rajah f. Peta siri tanih



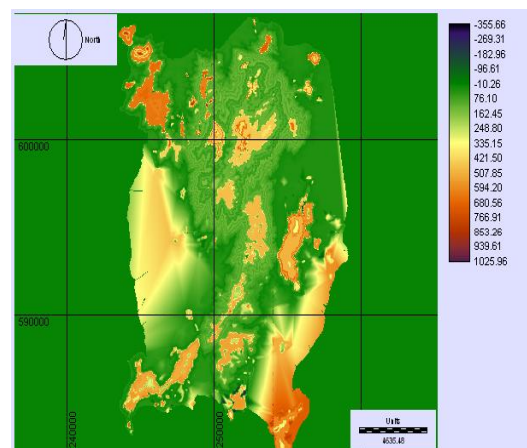
Rajah b. Peta Jarak dari Sungai



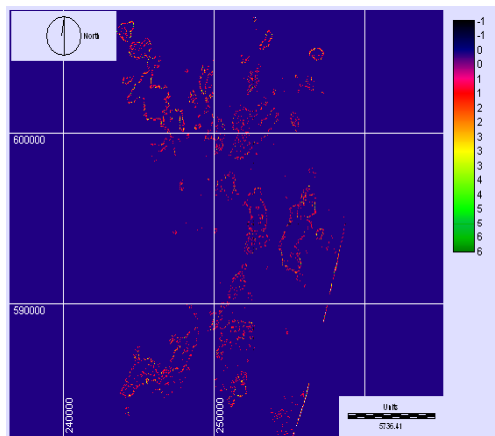
Rajah g. Peta aspek cerun



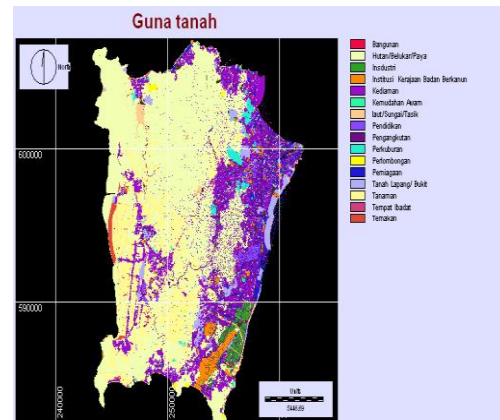
Rajah d. Peta Jarak dari Litologi Batuan



Rajah i. Peta analisis Permukaan topografi



Rajah k. Peta Kelengkungan cerun



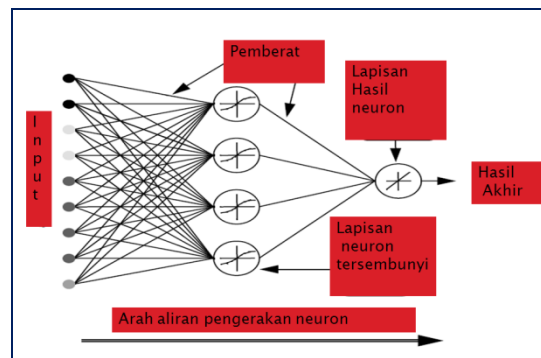
Rajah j. Peta guna tanah

Rangkaian saraf buatan (ANN)

ANN merupakan rangkaian saraf biologi yang meniru sistem otak manusia dan menggunakan fungsi matematik nonlinear. Teknologi ini telah digunakan secara meluas dalam pelbagai bidang seperti bidang alam sekitar, hidrologi, ekonomi, psikologi, biologi, falsafah, linguistik, matematik, logik, kejuruteraan dan pelbagai bidang kajian yang lain Brierley (1998). Penggunaan keadah ini bagi mengenalpasti hubungan antara pembolehubah kompleks dalam statistik. Penentuan parameter bagi setiap lapisan nod tersembunyi, jumlah nod di lapisan tersembunyi yang berkaitan dengan ANN secara tidak langsung untuk mendapatkan output yang optimum. Menurut Paliwar (2009) ANN adalah proses yang sangat memakan masa. ANN merupakan sistem pemprosesan selari yang berupaya menyimpan pengetahuan latihan (Gopal, 1998). ANN terdiri daripada sejumlah nod dan elemen pemprosesan yang saling berkait dan menggunakan algoritma untuk belajar dan menyimpan pengetahuan dalam nod tersembunyi untuk pemprosesan dalam latihan, manakala ia akan meniru fungsi dari otak manusia (Turban dan Aronson, 2001), (Abdul Ghani, 2005). ANN juga menggunakan. Nod umumnya mempunyai tiga lapisan iaitu nod input, nod tersembunyi dan nod hasil (Abdul Ghani, 2005). Dalam kajian ini menggunakan Model ANN ini menggunakan perisian Tiberius version 7.0, edisi 2001-2011. Perisian ini berkemampuan untuk membina sebuah model, kaedah yang memperbaiki ketepatan model yang dengan menyesuaikan algoritma, Elder et al. (2003), (Pearl & Bar-Or 2009). ANN ini dibangunkan dengan menggunakan model matematik, ANN adalah sistem yang fleksibel yang semakin digunakan dalam model ramalan.

Model ANN ini berfungsi dengan memasukkan input iaitu data faktor-faktor kegagalan cerun yang didapati dari ekstrak data setiap lapisan pembolehubah dari GIS. Data ini akan dimasukkan dalam pembinaan model ANN. Model ini digunakan untuk ramalan, iainya terdiri daripada tiga lapisan seperti dalam **Rajah 2.1** antara lapisan adalah lapisan input, lapisan tersembunyi dan lapisan hasil. Model ini dilatih dengan menggunakan *Back Propagation* dan dapat belajar algoritma. Nod Input merupakan pembolehubah bebas, manakala nod tersembunyi pula dilatih menjalankan proses pembelajaran sebelum diteruskan ke nod hasil yang terakhir untuk mendapatkan keputusan. Setiap rangkaian mempunyai pemberat (w_1 , w_2 , w_3) berfungsi sebagai pekali pada nod input. Nod tersembunyi (jumlah dari input) menghitung keluaran rangkaian (*feed forward*) melalui fungsi pengaktifan non-linear, menentukan perbezaan (*error*) ke diharapkan keluaran (*output actual*). Bilangan neuron yang dimasukkan sebagai pemberat dapat ditentukan apabila semua set data yang dilatih dan diuji telah lengkap. Penggunaan nod optimum telah dapat untuk menghasilkan keputusan yang baik. Bilangan neuron dalam lapisan tersembunyi menjejaskan bilangan darjah kebebasan dalam pengoptimuman proses, dan oleh itu prestasi model. Proses melatih nod dan pemberat adalah bergantung pada nod optimum yang digunakan semasa proses latihan dan ujian keatas nod tersembunyi (Pearl & Bar-Or 2009). Keputusan akhir yang telah

diramalkan oleh model ini dapat ditentukan secara manual dalam excel dengan menggunakan set data diuji ketepatan yang dijalankan oleh model ANN. Walau bagaimana pun ramalan biasanya mempunyai ketepatan. yang tinggi dalam mengenalpasti kawasan berpotensi mengalami kegagalan cerun. Pearl at al (2006) telah menggunakan model ANN yang dikenali sebagai penyebaran *feed forward/back*, sistem ini mahir dalam ramalan peristiwa klasifikasi penggunaannya dalam kajian kematian dengan melihat bagaimana efektif ANN dapat melakukan dengan peristiwa klasifikasi berjangkit (Pearl & Bar-Or, 2009).



Rajah 2.1. Cara node beroperasi

Sumber : Abdul Ghani (2005)

Hasil dan perbincangan

Pembentukan model ruang kegagalan cerun dibangunkan menggunakan analisis dari Tiberius iaitu dalam perisian Rangkaian Saraf Buatan (ANN). Analisis yang menggunakan sebelas pembolehubah iaitu diantaranya adalah jarak dari sesar, jarak dari sungai, jarak dari jalan, aspek kecerunan, kelengkungan, aspek cerun, purata hujan tahunan, jenis siri tanah, gunatanah, dan litologi batuan.

Ringkasan data bagi faktor ruang ditunjukkan dalam Jadual 1.2. Data yang berbentuk nominal, tiada nilai minimum dan maksimum bukan nilai sebenar tetapi hanya sebagai perwakilan sahaja. Faktor kecuraman cerun, aspek cerun, kelengkungan cerun, purata hujan tahunan, jarak dari jalan, jarak dari sungai, jarak sesar dari kegagalan cerun merupakan data nisbah manakala faktor jenis gunatanah, litologi batuan, siri tanah merupakan jenis data julat. Chapin dan Kaiser (1979) menyatakan bahawa data mesti dibahagikan kepada dua iaitu sebahagian untuk pembangunan model dan sebahagian lagi adalah untuk pengujian model tersebut tetapi tidak menyatakan jumlah peratusan yang perlu digunakan dalam kedua-dua keadaan.

Jadual 1.2 : Ringkasan taburan sampel yang digunakan dalam analisis

Jumlah data untuk Analisis	Taburan Data				Jumlah Data
Keseluruhan data	KC	%	Random	%	414
Data Pemodelan	104	50.24	103	49.76	207
Data Ujian Model	103	49.76	104	50.24	207

KC = Kegagalan Cerun

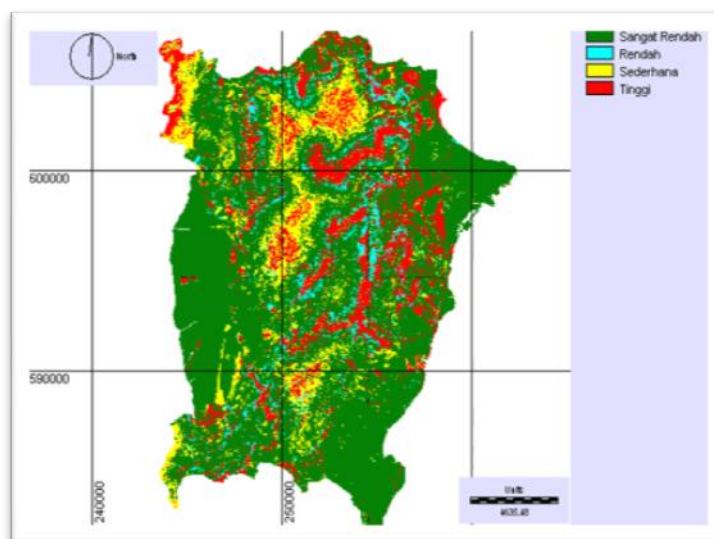
Pengolahan sampel sebanyak 50% daripada jumlah keseluruhan data bagi membangun model ruangan kegagalan cerun. Terdapat 11 pembolehubah ruangan yang digunakan bagi membangunkan model ruangan kegagalan cerun.

Metod yang digunakan dalam kajian ini adalah menggunakan perisian ANN bagi mendapatkan tahap kepentingan, sisihan piawai untuk digunakan dalam pembentukan model ruangan kegagalan cerun. dilatih dan diuji akan digunakan bagi mendapatkan tahap model sama ada betul atau tidak. Model ini akan melalui sesi latihan, model ini akan belajar dari sesi latihan untuk mendapatkan model yang baik dan ketepatan yang tinggi. Model ANN ini digunakan dengan memasukkan nilai pembolehubah, jaringan ini memerlukan penentuan pemberat dengan menambahkan nod non linear dan bilangan neuron untuk melatih dan menguji. Pilihan pattern dengan menggunakan *random selection* sebanyak 50% untuk dilatih dan 50% pula diuji.

Pembentukan zon kebolehtahanan kegagalan cerun

Pembentukan zon kegagalan cerun dibuat dengan pengelasan semula peta yang dihasilkan dari makro modular yang diterjemahkan setiap pemberat dalam neuron hasil daripada ANN. Pengelasan zon kebolehtahanan ini bertujuan untuk memudahkan pemantauan dilakukan di kawasan yang berpotensi berlakunya kegagalan cerun. Pengelasan zon adalah berdasarkan titik kegagalan cerun yang sebenar berlaku iaitu menggunakan sebanyak 207 titik taburan kegagalan cerun. Bagi penilaian ketepatan pula menggunakan 19 titik kegagalan cerun lapangan.

Rajah 1.4 menunjukkan peta zon kebolehtahanan kegagalan cerun yang dikelaskan kepada empat zon iaitu Zon1, Zon 2, Zon 3, dan Zon 4. Terdapat 4 zon yang telah dikelaskan seperti dalam rajah di atas. Zon 1 menunjukkan bahawa sangat rendah, zon 2 pula merupakan zon rendah manakala zon 3 pula mewakili sederhana. Di dalam zon 4 pula ialah zon paling tinggi mengikut susunan zon tersebut. Bagi zon 4 ia menunjukkan zon paling berisiko berlaku kegagalan cerun.



Rajah 1.4. Peta Zon kebolehtahanan kegagalan cerun

Jadual 1.3. Analisis peta zon kebolehtahanan kegagalan cerun

Zon	Nilai P	Kategori	Jumlah Kes Sebenar	% kes sebenar	Keluasan (cell)	% keluasan
1	0-0.6	Sangat rendah	36	17.39	686102	86.18
2	0.6-0.75	Rendah	15	7.25	14895	1.87
3	0.75-0.95	Sederhana	10	4.83	40614	5.10
4	0.95-1.00	Tinggi	146	70.53	54487	6.85
Jumlah			207	100	7 96098	100

Jadual 1.5 menunjukkan hasil ketepatan model ANN yang dijalankan yang menggunakan 8 nod optimum dalam melatih model ANN. Ketepatan model adalah 89.04%. Jadual 1.6 menunjukkan model ujian ANN. Ketepatan model ujian adalah 82.75%.

Jadual 1.5. Ketepatan Model ANN

Model ANN	Random	Sebenar	Jumlah	Peratus
random	95	7	102	93.13
sebenar	16	89	105	84.76
Jumlah	111	96		
peratus	85.58	92.71		89.04

Jadual 1.6 : Ketepatan ujian model ANN

Ujian model	Random	Sebenar	Jumlah	Peratus
Random	91	13	104	87.5
Sebenar	23	80	103	77.67
Jumlah	114	93		
Peratus	79.82	86.02		82.75

Kajian ini menggunakan analisis rangkaian saraf buatan seperti kajian yang dijalankan oleh Pradhan et al (2010), Choi et al (2010), Poudyal et al (2010), Chauhan et al (2010), Lin et al (2010), Yilmaz (2009), Pradhan (2011), Kawabata & Bandibas, (2009), Prabu & Ramakrisnan (2009), Rodriguez & Malpica, (2010), Pavel et al (2010), Marhiorre et al (2008) dengan menggunakan aplikasi Ann dan menghasilkan peta zon kebolehtahanan kegagalan cerun.

Pradhan (2010) menggunakan analisis frekuensi ratio mendapat ketepatan 86.41 %, regresi logistik 89.59% dan rangkaian saraf buatan (NN) 83.55 %. Menurut Pradhan (2010) perbandingan antara tiga keadaan menunjukkan rangkaian saraf keputusan yang paling teruk kerana rangkaian saraf bergantung pada pemberat relatif yang ditentukan oleh neuron. NN lebih menunjukkan cerun adalah pembolehubah paling penting daripada Sembilan faktor lain. NN lebih menekankan kepada faktor yang mencetus berlakunya kejadian kegagalan cerun. NN dapat menyumbang kepada bidang kajian kegagalan cerun ini kerana *Back Propagation* mengalami kesukaran ketika cuba mengikuti proses pembelajaran.

Rumusan

Kesimpulannya pembentukkan model ruangan menggunakan integrasi GIS dan ANN berjaya menghasilkan model yang mampu membahagikan kepada zon kawasan mengikut tahap bahaya masing-masing. Kajian ini mendapati ketepatan model mencapai tahap yang memuaskan iaitu melalui ujian lapangan pada tahap akhir mendapati sebanyak 84.21 peratus kegagalan cerun yang berlaku pada zon 4 iaitu zon yang paling bahaya, terdapat 10.56 peratus pula berada di zon sederhana iaitu zon 3, manakala zon 2 pula terdapat 5.26 peratus. Namun demikian tiada kegagalan cerun yang berlaku pada zon 1. Keputusan ini menunjukkan pengelasan dilakukan dengan baik.

Rujukan

- Abdul Basith, ANM Indra, SH Harahap, Jasmi Ab Talib (2010) Application Of Land Use Changes Detection For Identification Of Landside Risk Area In Pulau Penang Using A Decade Of Landsat 7 ETM + IMages *MRSS 2010, PWTC, Malaysia. April 28-29*.
- Chauhan S, Sharma M, Arora MK, & Gupta NK (2010) Landslide Susceptibility Zonation through ratings derived from Artificial Neural Network. [doi: DOI: 10.1016/j.jag.2010.04.006]. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*, **12**(5), 340-350.
- Clerici A , Perego S, Tellini C & Vescovi P (2010) Landslide failure and runout susceptibility in the upper T. Ceno valley (Northern Apennines, Italy). *Natural Hazards*, **52**(1).
- Corsini A, Cervi F & Ronchetti F (2009) Weight of evidence and artificial neural networks for potential groundwater spring mapping: an application to the Mt. Modino area (Northern Apennines, Italy). [doi: DOI: 10.1016/j.geomorph.2008.03.015]. *Geomorphology*, **111**(1-2), 79-87.
- Crozier MJ (2010) Deciphering the effect of climate change on landslide activity: A review. [doi: DOI: 10.1016/j.geomorph.2010.04.009]. *Geomorphology*, **124**(3-4), 260-267.
- Ermini L, Catani F & Casagli N (2005) Artificial Neural Networks applied to landslide susceptibility assessment. [doi: 10.1016/j.geomorph.2004.09.025]. *Geomorphology*, **66**(1-4), 327-343.
- Fatimah Shafinaz Ahmad (2005) Penggunaan Sistem Maklumat Geografi Untuk Meramal Keruntuhan Cerun Di Pulau Pinang. Ijazah Sarjana Kejuruteraan (Geoteknik) Fakulti Kejuruteraan Awam Universiti Teknologi Malaysia.
- HD Tjia , JMA, Ibrahim Komoo, Ibrahim Abdullah, Zaiton Harun, Anizan Isahak (1987) *Proses Eksogen: Dewan Bahasa dan Pustaka Kementerian Pelajaran Malaysia Kuala Lumpur*
- Ibrahim bin Komoo & JY dSI (2005) Kertas Kerja 6; KSAS Perbukitan Dan Tanah Tinggi: Konsep dan Penilaian Kesensitifan.
- Ibrahim Komoo (1987) *Geologi dan Manusia: Universiti Kebangsaan Malaysia*.
- Jaiswal P & van Westen CJ (2009) Estimating temporal probability for landslide initiation along transportation routes based on rainfall thresholds. [doi: DOI:10.1016/j.geomorph.2009.05.008]. *Geomorphology*, **112**(1-2), 96-105.
- Jamaluddin Md. Jahi (1989) *Pengantar Geomorfologi: Dewan Bahasa Dan Pustaka, Kementerian Pendidikan Malaysia Kuala Lumpur*.
- Kawabata D, & Bandibas J (2009) Landslide susceptibility mapping using geological data, a DEM from ASTER images and an Artificial Neural Network (ANN). [doi: DOI: 10.1016/j.geomorph.2009.06.006]. *Geomorphology*, **113**(1-2), 97-109.
- Lee BPS (2010) Regional landslide susceptibility analysis using Biswajeet Pradhan . Saro Leeback-propagation neural network model at Cameron Highland, Malaysia. [Landslides]. **7**, 13-30.
- Lin K-L W. Æ. M.-L (2010) Development of shallow seismic landslide potential map based on Newmark's displacement: the case study of Chi-Chi earthquake, Taiwan. *Environ Earth Sci*, **60**, 775-785.

- Norbert Simon JMA, Azlikamil Napih & Tan Han Kee (2009) Pemetaan Potensi Bencana Tanah Runtuh Menggunakan Faktor Penilaian Bencana Tanah Runtuh Dengan Pendekatan GIS. *Geological Society of Malaysia*, **55**, 47 – 53.
- Poudyal CP, Chang C, Hyun-Jo, & Lee S (2010) Landslide Susceptibility Maps Comparing Frequency Ratio And Artificial Neural Networks: A case Study From The Nepal Himalaya. *Environ Earth Sci*, **61**, 1049-1064.
- Pradhan Biswajeet & Lee Saro (2010) Landslide susceptibility assessment and factor effect analysis: backpropagation artificial neural networks and their comparison with frequency ratio and bivariate logistic regression modelling. [doi: DOI: 10.1016/j.envsoft.2009.10.016]. *Environmental Modelling & Software*, **25**(6), 747-759.
- Ruslan Rainis & Noresah Mohd Shariff (1998) *Sistem Maklumat Geografi*: Dewan Bahasa Dan Pustaka :Kuala Lumpur.
- Tjia HD (1987) *Geomorfologi*: Dewan Bahasa Dan Pustaka Kementerian Pendidikan Malaysia Kuala Lumpur.
- Van Westen CJ, & Lulie Getahun F (2003) Analyzing the evolution of the Tessina landslide using aerial photographs and digital elevation models. [doi: DOI: 10.1016/S0169-555X(03)00057-6]. *Geomorphology*, **54**(1-2), 77-89.
- Yilmaz I (2010) The effect of the sampling strategies on the landslide susceptibility mapping by conditional probability and artificial neural networks. *Environ Earth Sci*, **60**, 505-519.